

V-160 パソコンによるクリープ・乾燥収縮解析システムの開発

(株) 錢高組 土木本部PC部 正会員 福永英治
 (株) 錢高組 土木本部PC部 正会員 荘司和彦

1. まえがき

コンクリート構造物の設計施工においては、クリープ・乾燥収縮の影響をどのように評価するかは重要な問題となっており、その解析理論については種々の方法が提案され、実際の構造物に適用されている。しかし、これらの理論式から実際に数値計算するにあたっては、膨大な計算量となるため大型コンピュータに頼っているのが現状である。筆者らはこうした問題を解決するため、最近著しく性能の向上しているパソコン（パーソナルコンピュータ）を用いたクリープ・乾燥収縮解析システムを開発した。このシステムにより演算コストの低減が図られるとともに、設計施工に携わる実務者にも幅広く、手軽に利用できることになった。本報告は、このシステムをPC橋梁に適用し、その有用性について述べたものである。

2. 解析方法

(1) 解析理論

本システムでは次の理論式を適用している。

a) Dischingerの式

$$\epsilon_{k+s}(t) = \frac{\sigma_{k+s}(t)}{E_c} + \frac{\sigma_0}{E_c} \psi(t) + \int_0^t \frac{\dot{\sigma}_{k+s}(\tau)}{E_c} \cdot \frac{d\psi(\tau)}{d\tau} d\tau + \epsilon_s(t) \quad \text{----- (1)}$$

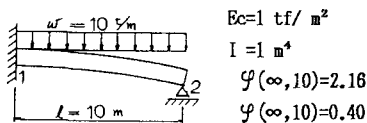
b) Rüschorの式

遅れ弾性成分は瞬時に発生すると仮定した方法である。

$$\epsilon_{k+s}(t) = \frac{\dot{\sigma}_{k+s}(t)}{E_c} (1 + \psi_v) + \frac{\sigma_0}{E_c} \{ \psi_v + \psi_f(t) \} + \int_0^t \frac{\dot{\sigma}_{k+s}(\tau)}{E_c} \cdot \frac{d\psi_f(\tau)}{d\tau} + \epsilon_s(t) \quad \text{----- (2)}$$

(2) 解析手法

変位法を用いて、クリープ換算剛性マトリックスとクリープ換算等価節点力の概念を導入することにより(1)式(2)式の右辺第3項の時間に従属したクリープ乾燥収縮問題を施工段階ごとの時間区分を設定し、その間を時間と独立した形で解析する方法を用いる。



片持ち状態で材令10日で荷重を載荷し、その直後支点を置きt=∞までクリープを進行させる。

図-1 解析モデル

3. 解析例

本システムの解析精度、解析能力及び演算時間を考慮し、以下の2ケースのモデルを対象に解析する。

(1) case-1 (解析精度の検証)

文献でのクリープ理論はTrostBazant法であり、この解析値と本システムによりDischingerとRüschorの式を用いた解析結果を表-1に示す。解析結果よりRüschorの式による値は、TrostBazant法に良く一致している。ここでDischingerの式による値は理論上は遅れ弾性成分を考慮していないため応力変化量が大きく計算されているためである。以上のことより本システムの解析精度に問題のないことが確認された。

表-1 解析値の比較

	反力 R ₂ (t)	α
(1) 文献(T.B法)	32.1	100.0
(2) Dischinger	35.1	109.2
(3) Rusch	32.0	99.7

αは(1)の値を100とした時の比

(2) case-2 (適用例)

図-2に示す橋長175.6m、スパン長72.0m+30.0m+72.0m、幅員11.0mで鳥居型橋脚より張り出し架設されるPC3径間連続ラーメン橋を対象として解析する。

本解析では、施工中のクリープ・乾燥収縮の影響をも考慮している。なお、施工時期は表-2に示す。

図-3にクリープ・乾燥収縮を考慮した上げ越し量と弾性解析のみの上げ越し量を示す。また、図-4にそれぞれの断面力を示す。

上げ越し量の比較では、Rüschによる解析値が大きい値を示している。これはRüschらの解析理論上瞬時に遅れ弾性成分を発生させるという仮定より、張り出し施工中のクリープ変形が大きく評価されたためである。また、Dischingerの値は遅れ弾性成分を無視しているため、張り出し施工中クリープ変形を小さく評価している。以上より実解はこの間にあることがわかる。

次に設計上重要な要素である曲げモーメントを比較すると、Rüschらの式とDischingerの式による値は良く一致している。このことより設計実務物が本解析システムにより、手軽にかつ精度の高いクリープ解析が行なえることを示している。なお、表-2にモデルcase-2の解析条件及び演算時間を示す。

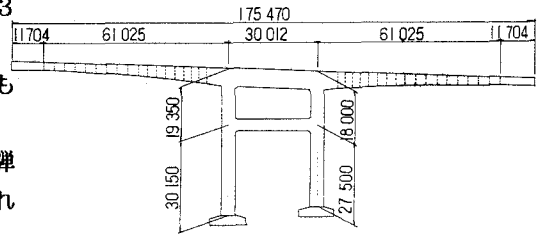


表-2 施工時期

	施工時期 (日)	
橋脚施工	100 ※	
中央径間施工	220 ※	
ワーゲン施工 (1 ~ 36) ブロック	281 ~ 415	
側径間施工	438 (A1側)	443 (A2側)
橋面工	480	

橋脚着工日を0日とする

※は平均材令とする

表-3 case-2での電算容量

節点数	98	
部材数	98	
解析	弾性解析	118
ステップ	クリープ解析	45
演算時間	Dischinger	約150分
	Rüsch	約180分
使用機種	PC9801	

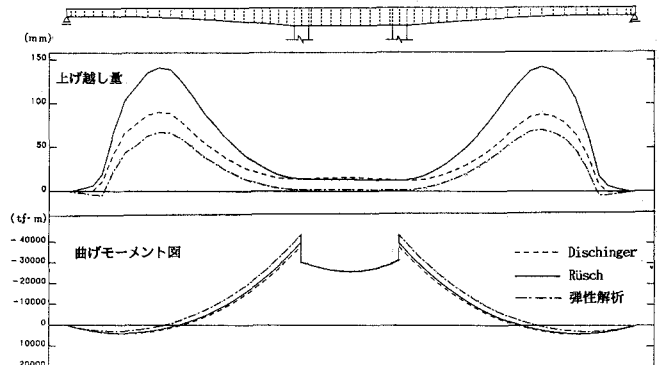


図-3 上げ越し量および断面力図

4. 結び

近年、コンクリート斜張橋のようにコンクリート構造物が複雑、多様化している。また施工においても多種多様な施工法が用いられている。このような状況の中でパソコンを用いた本システムによりクリープ・乾燥収縮による断面力の変化を手軽に、しかも低コストで算出できるようになり、設計実務におおいに役立つものとする。

また、今後パソコンのハードウェア及びソフトウェアの進歩により、この種の大容量演算による解析システムの開発が今後ますます進展し、拡張されていくことが期待される。

参考文献1) 佐藤、渡辺、佐藤：「変位法によるコンクリート構造物のクリープ・乾燥収縮解析の基礎理論」プレストコンクリートNo. 1, Apr, 1980